

UMTS - 第三代移动通信网络规划

随着第三代移动通信技术的兴起，UMTS 网络的建立将带来一场深刻的革命，这对网络规划也提出了更高的要求。

在德国轰动一时的 UMTS 执照拍卖，引起了公众对这一新技术的极大兴趣。第三代移动通信网络的建设正方兴未艾。这一全新的移动通信技术与传统的 GSM 网络规划有着本质的不同。在全球范围内，人们正紧锣密鼓地开发和研制新的规划工具和计算方法，设计新的工作流程。

GSM 网络规划

GSM 网络规划基于基站的传播分析。根据基站的发射功率和天线配置，计算其覆盖

区域。通常只对下行链路进行计算，因为 GSM 技术不必考虑上行链路的情况。下一步是由网络规划工程师分析所需的小区容量。根据计算得到的小区面积，就可借助电子地图估算各个小区的业务量，再通过话务量模型(如 Erlang-B 或 Erlang-C) 算出所需的

信道数目。接下来就是给基站分配频率，要做到相同的频率只能在具有足够间距的小区区内重复使用，以免产生干扰。

如果将来网络必须扩容，网络规划工程师只需给相应的小区分配新的信道。只要在总体频率规划中还有合适的频率，并且扩容量不超出基站的最大容量，就没有必要对网络作其它改动。否则，就必须增加新的基站或扇区，还要重新进行频率计算和信道分配。

UMTS 网络规划

CDMA 网络与 GSM 网络完全不同。由于不再把信道和用户分开考虑，也就没有了传统的覆盖和容量之间的区别。一个小区内的业务量越大，小区面积就越小。因为在 CDMA 网络中，业务量增多就意味着干扰的增大。

这种小区面积动态变化的效应称为“小区呼吸”。我们可以通过下面这个形象的例子加以说明。在一次朋友的生日派对上，来了许多客人。同时讲话的人愈多，就愈难听清对话方的声音。如果开始时您还能同位于房间另一头的熟人进行交谈，那么当房间内的嘈杂声达到一定程度后，您就根本无法听明白对方的话。这说明谈话区的“小区半径”缩小了。UMTS 网络规划工程师面对的是一个动态变化的网络。

在规划 UMTS 网络时，首先必须考虑网络的扩容性。网络规划工程师不可能象规划 GSM 网络那样，简单地给相关的小区增配频率。网络规划初期就必须考虑一个确定的

信号余量，在计算小区面积时作为因业务量增多而产生干扰的“补偿”。这表明，从一开始，就需要用较小的小区或者更多的基站建网，这也意味着投资成本的提高。如果业务量信号余量定得太小，那就只有一条出路，即建造更多的基站。

网络规划工程师必须注意到上述问题，因为单一地提高发射功率并不能消除因业务量增多而引起的接收信号的恶化。发射功率的提高只能改善某一小区的接收信号，其付出的代价是增加了对所有相邻小区的干扰，从而影响了整个网络的通信质量。

提高发射功率不能无限制地扩大 CDMA 小区的有效范围或容量(对 CDMA 网络来说两者是同义词)。当 UMTS 网的发射功率提高一倍时，小区的容量只增加百分之十。发射

功率的提高虽然增大了小区的有效范围，但是为满足远程手机用户的需要，必须超比例地增加发射功率，这必然影响到其他手机用户的通话质量。我们回到上述派对例子，您可以通过提高噪音同位于房间另一头的熟人继续交谈下去，而其他客人为了听清对方的声音也必须同时大声说话。这样一来，整个房间只能淹没在一片嘈杂声中。

发射功率和小区容量之间的对应关系是渐近式的。UMTS 网络规划工程师必须减少网络的满载率，因为 UMTS 小区的负载很容易达到饱和。具体参数取决于各种不同的业务，当然也与网络运营商愿意承担的风险有关。一般来说，设计网络时满载因子预设为百分之六十。在此，“小区呼吸”效应得到了应用。相邻小区之间可以相互补偿负载容量，人们称之为软负荷。由于成本原因，不能大规模地增加网络的容量。对数据传输量很高的 UMTS 业务所作的数学论证表明，服务小区从相邻小区借用负载容量的概率随数据传输量的增大而增加。这是一个令人满意的结果。

远近效应问题

CDMA 网络的另一典型问题是所谓的远近效应问题。因为同一小区的所有用户分享相同的频率，所以对整个系统来说，每个用户都以最小的功率发射信号显得极其重要。我们还是举上面派对例子，房间里只要有一个人高声叫嚷，就会妨碍所有其他在座客人的交流。在 CDMA 网络中，可以通过调整功率来解决这一问题。例如 UMTS 网络使用的是一个闭环控制电路，其频率为 1500 Hz。而 GSM 网络用于调整功率的控制电路频率为 2 Hz，并且只针对上行链路。

这种所谓的快速功率控制机制已经在 UMTS 硬件得到了实现。尽管如此，网络规划工程师还会遇到这一问题的另一种情况。当某一用户远离基站时，必须得到很大一部分发射功率，以至供给其他用户的功率发生紧缺。这意味着小区容量与用户的实际分布情况有关。当用户密度很大时，可以用统计平均值解决这个问题；而当用户数量很小时，则必须通过模拟方法对网络进行动态分析。

上行链路和下行链路

UMTS 网络的业务量是非对称的，也就是说网络上行链路和下行链路的数据传输量有所不同。网络规划工程师首先必须分别计算两个方向的值，然后把两者适当地结合起来。这样，网络规划工作就会非常复杂。上行链路是 UMTS 小区有效范围一个典型的限制因素，或者说上行链路是受覆盖范围限制的(coverage limited)；而下行链路是受容量限制的(capacity limited)。在上行链路发射功率由用户手机提供；而在下行链路发射功率由基站供给。因此，小区容量在下行链路更明显地取决于业务量的大小。

因为在 UMTS 网络的初建阶段，网络覆盖范围比业务量更重要，所以网络规划工程师首先局限于上行链路的分析计算。这一点正好与 GSM 网络相反，因为 GSM 网络规划主要涉及下行链路的计算。尽管如此，网络规划工程师必须兼顾上行链路和下行链路两个方向，即两个发射方向的小区半径要一致。其目标就是找到这样一种系统配置，在给定业务量和相应发射功率的情况下，使上行链路和下行链路的小区半径相等。

在已经建立的 CDMA 网络中也会出现前面所述的一些问题。对 UMTS 网络来说，其复杂程度更高。UMTS 网络能同时满足对通信质量和业务量具有不同要求的各种业务，包括简单的话音业务和传输率达 2 Mbps 的分组数据业务。

综合业务

实际上，UMTS 网络必须同时满足各种不同业务的需求。所以，网络规划工程师要综合考虑各种业务。对通信质量要求不高的业务，UMTS 小区有着较大的覆盖范围；反之，对一些通信质量要求很高的业务，其小区覆盖范围就很小。这样，网络规划工程师在实际工作中不可能只考虑单一的 UMTS 小区半径，因为不同的业务对应于不同的小区半径。如果把最小小区半径，也就是说把通信质量要求最高的业务作为网络规划的标准，那么建网成本是及其昂贵的，也是不现实的。未来的 UMTS 网络规划工程师必须从中级业务的小区半径着手，这样，小区实际有效范围只能部分满足高级业务的需求。目前，各大网络规划软件公司已经着手开发和研制针对这种新的 UMTS 网络综合业务的有效算法，这将成为这些软件公司的秘密武器。

其它不同之处

UMTS 网络与 GSM 网络相比，还有其它一系列不同之处。GSM 网络用分区的方法解决容量问题。当一个小区的业务量过大时，该小区将分成多个扇区，并增加相应的天线。这种方法虽然也可用于 UMTS 网络，但效果不大。一方面，小区覆盖范围的改变会导致前面所述的远近效应问题；另一方面，相互重叠的扇区因为使用同一频率而彼此产生干扰。

UMTS 网络中天线的垂直张角(机械或电子的)起到了很重要的作用。它能减少相邻小区的干扰，并能隐含扩大小区的容量。在实际应用中，可选择垂直张角较大的天线，其倾角为 7° 至 10° 。如果相应提高天线高度，则能弥补因张角大而带来的不足。

在此，多径传播已不再成为消极因素，而是理想的结果。因为接收机能将时延至少为 1 Chip (UMTS 网络数据传输率为 3.84 Mbps，即 1 Chip = 0.26 微秒，相当于 78 米) 的信号组合成有效信号。

近天线端的前置放大器很少投入使用，因为上行链路单方面的信号放大，会破坏系统在上行链路和下行链路两个发射方向上的紧密协调。近天线端的前置放大器虽然能提高上行链路的覆盖区域，但同时也减少了下行链路的容量。这是应该避免的，因为

UMTS 网络在下行链路是受容量限制的。

此外，UMTS 网络还使用所谓的软切换。在这种情况下，一个手机用户可以同时分派给多个基站。这种方式解决了网络信号的波动，但加大了网络的业务量，因为每个软切换会导致业务量的成倍增加。

UMTS 网络业务量的大小因不同的业务而不同。因此，对多种业务或综合业务来说，传统的 Erlang 模型已不再适用。

与第二代传统的 CDMA 网络相比，UMTS 网络有许多不同之处。尤其值得一提的是，UMTS 网络能异步运行，这就导致了传输信道的“非正交性”。让我们再回到前面派对例子，即使理论上能作完美的安排，以确定谁在什么时间才能发言。但实际上这种理想的目标是不能达到的，因为所有客人的手表是不可能精确到同步的。

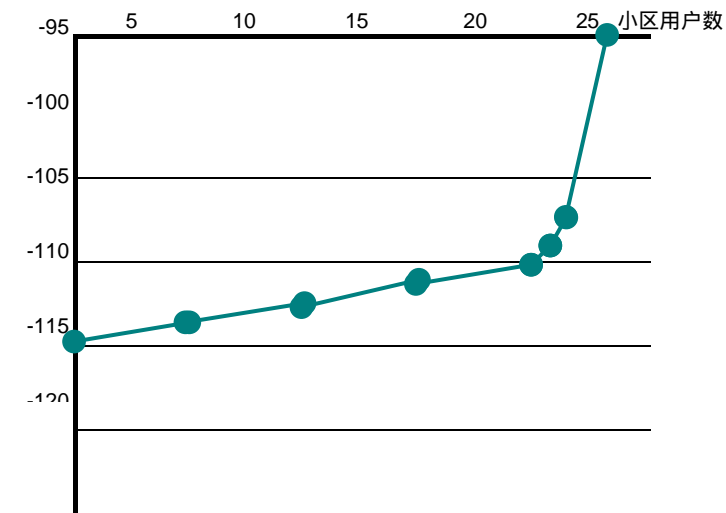
结论

通过上面的分析，我们可以清楚地看到，UMTS 网络规划与当前的移动通信网络规划相比，其代价要大得多。UMTS 网络规划是极其复杂的，因为许许多多的系统参数紧密相关，必须同时计算。而当前的移动通信网络规划则把这些参数分开计算。

UMTS 网络规划的复杂性，要求我们在各个层面都具备新技术和新知识。第一是受过专业培训的网络规划工程师，他们精通系统技术；第二是谙熟业务并富有远见的管理者，他们在建网初期就能洞悉 UMTS 网络的扩容条件和成本；最后就是出类拔萃的规划软件工具，这对 UMTS 网络规划是必不可少的。

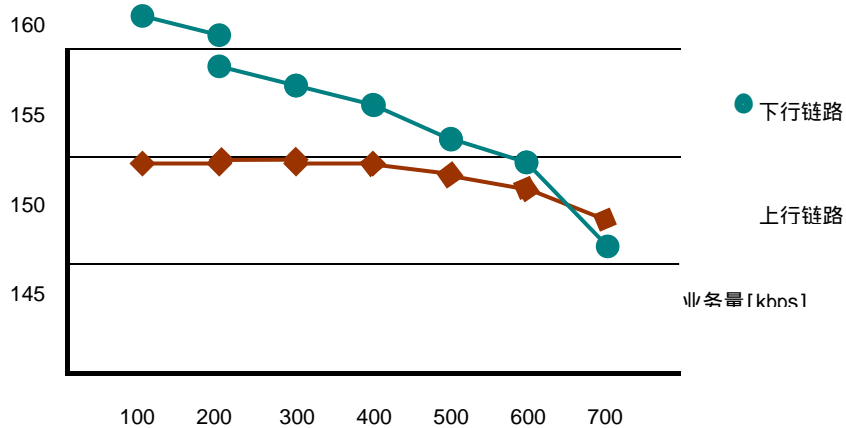
CDMA 网络规划的经验虽然能给我们以启示，但这是有限的。单单由于业务范围的变化，目前所使用的 CDMA 规划工具已不能满足 UMTS 网络规划的需要。因为无论在运算速度，还是在精确度以及适用性方面，都远远达不到要求。UMTS 对网络运营商、系统制造商以及网络规划软件公司来说，还是一片尚未开垦的处女地。

UMTS 小区容量



UMTS 语音业务中小区用户数与接收信号强度之间的关系

小区呼吸



UMTS 业务中小区范围与业务量之间的关系，上行链路和下行链路有很大区别

作者 Kai Rohrbacher 先生曾经在德国 LS telcom AG 股份公司担任 UMTS 网络规划软件开发组组长

译者姜化京先生为上海特金信息科技有限公司 (www.terjin.com) 创始人

本文译自德国 “ Funkschau ” 无线电杂志 2000 年第 24 期(德文版)